

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
21) N° d'enregistrement national :  
51) Int Cl<sup>7</sup> : H 05 K 7/20

2 803 166

99 16594

102 (P)

12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 28.12.99.

30) Priorité :

71) Demandeur(s) : THOMSON-CSF SEXTANT Société  
anonyme — FR.

43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 29.06.01 Bulletin 01/26.

56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : Se reporter à la fin du  
présent fascicule

60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

72) Inventeur(s) : SARNO CLAUDE et MOULIN GEOR-  
GES.

73) Titulaire(s) :

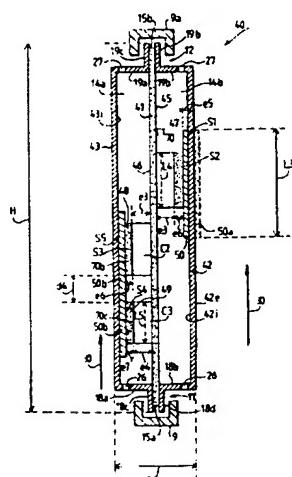
74) Mandataire(s) : THOMSON CSF.

54) MODULE ELECTRONIQUE A HAUT POUVOIR DE REFROIDISSEMENT.

57) L'invention a pour but d'améliorer le refroidissement  
de modules électroniques (40), du type comportant une carte  
de circuit imprimé (41) contenue entre deux capots (42,  
42a, 43). L'invention concerne plus précisément l'évacuation  
à l'aide d'au moins l'un des capots (42, 42a, 43), de calo-  
ries produites par au moins un composant (C1, C2, C3)  
porté par la carte de circuit imprimé (41).

Suivant une caractéristique de l'invention, le capot (42,  
42a, 43) chargé de l'évacuation des calories, porte au moins  
un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b,  
50c) permettant d'uniformiser les températures présentées  
par la surface (S1) du capot (42, 42a, 43) avec laquelle il est  
en contact.

L'invention s'applique aux modules électroniques em-  
barqués à bord d'aérodynes.



BEST AVAILABLE COPY

FR 2 803 166 - A1



### Module électronique à haut pouvoir de refroidissement

L'invention se rapporte au refroidissement de dispositifs électroniques modulaires, et particulièrement (mais non exclusivement) aux matériels du type dit « embarqué », tels qu'utilisés notamment à bord d'aérodynes, ou de chars, etc. ....

5 Les matériels électroniques dits « embarqués » sont particulièrement appelés à fonctionner dans des conditions d'environnement sévères, notamment de vibrations, chocs, humidité, accélérations, confinement (problèmes de chaleur).

10 Ces conditions difficiles ont tendance à entraîner sur ces matériels électroniques des défauts de fonctionnement, malgré toutes les précautions prises lors de leur conception et de leur fabrication. Ceci conduit à concevoir ces matériels électroniques en vue de favoriser leur dépannage et leur maintenance, et à cet effet, ces matériels électroniques doivent répondre à des normes nouvelles.

15 Dans le cas par exemple des matériels électroniques utilisés à bord d'aérodynes, en vue notamment de faciliter l'échange d'un matériel défectueux, l'une des nouvelles normes citées plus haut prévoit de réaliser ces matériels électroniques (souvent désignés par le terme « d'avionique modulaire ») sous la forme de structures modulaires appelées LRM, de 20 l'anglais « Line Replaceable Module », soit en français « Module Remplaçable en Ligne ».

Ces structures modulaires appelées « modules électroniques » dans la suite de la description, sont formés selon des boîtiers, généralement installés dans des racks ; un tel rack peut regrouper un nombre important de 25 ces modules électroniques.

Cette organisation dans laquelle des fonctions électroniques sont assurées par des modules, eux-mêmes montés dans des racks, va bien dans le sens de faciliter la maintenance, la manutention et le dépannage rapide, mais elle tend à rendre plus difficile l'évacuation de la chaleur produite par les 30 divers composants contenus dans les modules. En outre les composants utilisés, électroniques notamment, sont de plus en plus sophistiqués dans un même volume et donc tendent à produire de plus en plus d'énergie thermique dont l'évacuation pose un difficile problème, problème auquel se propose de répondre la présente invention.

La figure 1 représente par une vue schématique en perspective, un rack 1 dans lequel sont installées de façon connue, des structures modulaires ou modules électronique tels que cités ci-dessus. Dans l'exemple de la figure 1 et pour plus de clarté de celle-ci, seulement cinq modules électroniques 2a à 2e sont représentés, mais un rack semblable à celui de la figure 1 peut être prévu pour contenir davantage de ces modules, par exemple 10 ou plus.

Le rack 1 a la forme générale d'un parallélépipède : une face avant 3 représentée ouverte, constitue un orifice d'introduction et d'extraction des modules électronique 2a à 2e ; une face supérieure 4 et une face inférieure 5 sont reliées l'une à l'autre par des faces de côté 6, 6a. Une plaque de fond 7 située à l'opposé de la face avant 3, ferme le rack 1 et porte des éléments de connexion (non représentés) qui coopèrent de manière classique, avec d'autres éléments de connexion (non représentés) dont sont munies les extrémités arrières (non visibles) des modules électroniques 2a à 2e.

Les plaques inférieure et supérieure 4, 5 portent des glissières par exemple métalliques, respectivement 9, 9a. Les glissières 9, 9a s'étendent de l'avant 3 vers le fond 7 du rack 1. Chaque glissière 9 de la plaque inférieure 4 est prévue pour coopérer avec une glissière 9a de la plaque supérieure 5, en vue de maintenir et de guider les modules électroniques 2a à 2e qui sont insérés dans le rack 1.

La fixation des modules électronique 2a à 2e dans le rack est conçue pour faciliter une mise en place ou une extraction rapide de ces modules, en actionnant dans l'exemple représenté, une poignée de verrouillage 10 montée à l'avant de ces derniers. Quand les modules électroniques 2a à 2e sont positionnés et fixés dans le rack 1, les différentes connexions électriques ou autres nécessaires aux fonctions qu'ils remplissent, sont réalisées par les éléments de connexion cités plus haut.

Les modules électroniques 2a à 2e ont une forme générale de parallélépipède plat. Ils sont placés dans le rack 1 dans des plans verticaux dans l'exemple, parallèlement les uns aux autres. Ils ont une hauteur H de l'ordre de 18,3 centimètres (considérée entre leurs bords longitudinaux inférieurs et supérieurs 11, 12 engagés dans les glissières 9, 9a), et une

longueur (non représentée) de l'ordre de 36 centimètres, contenue dans la profondeur P du rack.

Le rack 1 peut comporter des ouvertures permettant une circulation forcée d'air, en vue d'un refroidissement des modules électroniques 2a à 2e. L'air de refroidissement (symbolisé par des flèches repérées 30) est généralement injecté dans le rack au niveau de la plaque inférieure 4, par des ouvertures 32 dites d'entrée d'air situées entre les glissières 9. L'air de refroidissement 30 circule entre les modules 2a à 2e (et éventuellement dans ces modules) en prélevant des calories sur les organes qu'il ventile. L'air 33 chargé de calories sort du rack 1 par des ouvertures de sortie 34, formées entre les glissières 9a de la plaque supérieure 5.

La figure 2 montre de manière simplifiée, par une vue coupe, un exemple d'une structure classique de module électronique, le module 2e par exemple, afin d'illustrer l'évacuation de la chaleur produite dans ce module. Cette vue correspond à une coupe transversale du module électronique 2e, c'est dire dans un plan parallèle à la hauteur H et perpendiculaire à la profondeur P du rack 1.

Le module électronique 2e est formé avec deux capots 18, 19 disposés en vis à vis l'un de l'autre. Il peut avoir une épaisseur E par exemple de 2 centimètres et sa hauteur H est de l'ordre de 18,3 centimètres ; sa longueur (non représentée car située dans un plan perpendiculaire à celui de la figure) est de l'ordre de 36 centimètres. Les capots 18, 19 sont réalisés le plus souvent en aluminium, avec une épaisseur de l'ordre de 1 millimètre. L'aluminium est un matériau particulièrement intéressant du point de vue de la masse embarquée, en ce qu'il présente à la fois une faible densité et une très bonne rigidité mécanique même en faible épaisseur ; il présente aussi une conductibilité thermique moyenne, bien que très inférieure à celle du cuivre.

Il comporte une carte de circuit imprimé 15 disposée dans un espace compris entre les deux capots 18, 19, espace qui est partagé en deux parties 14a, 14b par la carte de circuit imprimé 15. Cette dernière s'étend dans la hauteur H du module 2e, de l'un à l'autre des bords longitudinaux inférieur et supérieur 11,12, dans lesquels il est fixé. Ceci est réalisé dans l'exemple par la forme des capots 18,19 qui sont pliés chacun à proximité de leurs extrémités : une première fois pour retourner vers la carte de circuit

imprimé 15 en formant d'une part du côté du bord longitudinal inférieur 11 une paroi 18a, 18b dite de fermeture basse sensiblement perpendiculaire au plan des capots 18,19, et d'autre part du côté du bord longitudinal supérieur 12, en formant une paroi dite de fermeture haute 19a, 19b ; les capots sont 5 pliés une seconde fois à proximité du circuit imprimé 15 pour former des bandes dites de fixation 18c, 18d et 19c, 19d, qui s'étendent vers des bords 15a, 15b de ce dernier. La carte de circuit imprimé 15 est ainsi fixée aux capots 18, 19, par ses bords 15a et 15b enserrés entre les bandes de fixation 18c, 18d et 19c, 19d (à l'aide d'éléments de fixation classiques non 10 représentés, des vis par exemple) ; ces bords 15a et 15b et ces parois et bandes 18c, 18d et 19c, 19d constituent les bords longitudinaux inférieurs et supérieurs 11,12 engagés dans les glissières 9, 9a.

La carte de circuit imprimé 15 est prévue de manière classique pour porter différents éléments ou composants, électronique ou autres, en 15 eux-mêmes bien connus. Certains de ces composants peuvent en fonctionnement produire de la chaleur : c'est le cas notamment de composants comportant des puces de circuits intégrés comme les microprocesseurs ou les mémoires, etc. ...

Dans l'exemple de la figure 2 et pour simplifier cette dernière, 20 seulement un composant 22 dissipatif c'est-à-dire produisant de la chaleur est représentée, porté par une face 23 de la carte de circuit imprimé 15 orientée vers le premier capot 18. Le composant 22 présente une épaisseur e1 qui correspond sensiblement à une distance d1 entre l'intérieur du premier capot 18 et la face 23 du circuit imprimé. Le composant 22 est ainsi 25 pratiquement en contact direct avec le premier capot 18, par l'intermédiaire par exemple d'une couche adaptatrice ou interface thermique 25 qui favorise le contact thermique. Bien entendu d'autres composants (non représentés) peuvent être montés sur la face 23, et des composants peuvent également être montés sur la seconde face 24 de la carte de circuit imprimé.

Ainsi les capots 18, 19 et particulièrement le premier capot 18 dans l'exemple représenté, en plus de leur fonction de protection du circuit imprimé 15, assurent une fonction de dissipateur thermique.

Les calories présentent au niveau des capots 18,19 peuvent être 35 évacuées par conduction, notamment à l'aide des glissières 9, 9a. Dans ce cas les calories sont conduites par les capots jusqu'aux glissières 9, 9a qui

peuvent être considérées comme des sources froides, si d'une part elles sont métalliques, et si d'autre par les plaques inférieures et supérieures 4, 5 métalliques du rack 1 sont elles-mêmes reliées thermiquement à des structures (métalliques) plus importantes de l'avion. Bien entendu, quand les 5 glissières 9, 9a sont utilisées comme sources froides, il est souhaitable de réaliser un bon contact thermique entre ces glissières et les bords longitudinaux inférieur et supérieur 11, 12, c'est à dire les extrémités des capots 18, 19. Ceci est obtenu par exemple par des moyens classiques (non représentés) qui permettent de maintenir l'un ou l'autre des capots 18, 19, 10 plaqué contre l'un des bords intérieurs 9i d'une glissière 9, 9a.

Les calories peuvent aussi être évacuées par convection, grâce à l'air de refroidissement 30 provenant de la ventilation forcée citée plus haut. Une ventilation intérieure des modules électroniques 2a à 2e peut être ajoutée, en aménageant des ouvertures inférieures et supérieures 26, 27 15 respectivement dans les parois basses et hautes 18a, 18b et 19a, 19b.

Compte tenu de l'utilisation de composants de plus en plus performants et dissipatifs, il est des cas de plus en plus fréquents pour lesquels l'évacuation des calories, même en combinant les trois moyens ci-dessus cités, ne suffit pas à obtenir un refroidissement satisfaisant. Cette 20 inefficacité du refroidissement pose un grave problème, car elle tend à s'opposer à l'utilisation des composants les plus récents et les plus performants, notamment parmi les composants électroniques qui bénéficient d'une forte miniaturisation et d'une forte concentration de fonctions, et qui donc sont particulièrement consommateurs de puissance électrique ; on peut 25 citer les composants du type processeur, ou mémoire, ou convertisseur etc....

L'un des buts de la présente invention est d'améliorer dans des modules électroniques tels que ci-dessus décrits, destinés à être montés dans un rack ou une baie, l'efficacité du refroidissement qui est opéré à l'aide 30 des capots.

A cette fin l'invention propose de conduire les calories produites dans le module électronique jusqu'à une paroi externe ou capot de ce module, et d'accroître localement la capacité du capot à conduire la chaleur.

Les auteurs de l'invention ont constaté en effet, dans le cas de 35 composants fortement dissipatifs montés dans les modules électroniques, la

présence sur le capot de fortes densités de puissance locale c'est à dire de points chauds, au niveau de la zone du capot qui reçoit les calories provenant dudit composant. Ils ont pensé qu'en favorisant autour de cette zone, localement la conduction des calories, celles-ci pourraient se propager ensuite plus aisément dans le reste du capot pour être évacuée par convection ou/et par conduction.

L'invention concerne donc un module électronique du type destiné à fonctionner dans un rack, comportant, au moins une carte de circuit imprimé, deux capots disposés en vis à, la carte de circuit imprimé étant contenue dans un logement formé entre les deux capots, la carte de circuit imprimé portant au moins un composant produisant des calories qui sont conduites par une liaison thermique vers au moins l'un des capots chargés d'évacuer ces calories, le capot chargé d'évacuer des calories étant réalisé à partir d'un matériau présentant une conductibilité thermique donnée, le module électronique étant caractérisé en ce qu'au moins un capot chargé d'évacuer des calories porte au moins un dispositif dit à haute conductibilité thermique coopérant avec le capot et la liaison thermique pour évacuer les dites calories

Par le terme dispositif à haute conductibilité thermique ou en abrégé «dispositif HCT », il faut comprendre tout dispositif ou élément présentant une conductibilité thermique meilleure que celle du matériau dont est constitué un capot chargé d'évacuer les calories, de façon à permettre d'égaliser ou de tendre à égaliser les températures en tous points d'une surface du capot avec laquelle ce dispositif HCT peut être mis en contact. Il peut s'agir par exemple, quand le capot est en aluminium, d'éléments à base d'un ou plusieurs matériaux dont la conductibilité thermique est égale ou supérieure à celle du cuivre, ou encore de dispositifs qui mettent en œuvre des changements de phase d'un élément solide, liquide, ou gazeux permettant des transports d'énergie importants ; certains de ces derniers dispositifs sont connus notamment sous le nom de « Caloducs ».

L'application d'un dispositif HCT sur une zone d'un capot rend cette zone apte à mieux conduire la chaleur, et en quelque sorte à mieux la distribuer au reste du capot qui, bien que moins bon conducteur thermique, bénéficie alors d'une plus grande surface intéressée par cette conduction. Il en résulte globalement un accroissement de la conductibilité thermique du

capot, dans un rapport très supérieur à celui de l'accroissement de la masse du capot résultant de la présence du dispositif HCT.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres caractéristiques et avantages qu'elle présente apparaîtront à la lecture de la description qui suit,

5      faite à titre d'exemple non limitatif en référence aux figures annexées, parmi lesquelles :

- la figure 1 déjà décrite représente une baie ou rack d'un type connu contenant des modules électroniques classiques ;

10     - la figure 2 déjà décrite représente par une vue en coupe, la structure d'un module électronique montré à la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue en coupe d'un module électronique selon l'invention ;

- la figure 4 est une vue en coupe d'un module électronique dans une autre forme de réalisation de l'invention ;

15     - la figure 5 montre par une vue en coupe, un mode de réalisation d'un dispositif à haute conductibilité thermique suivant l'invention, disposé sur un capot représenté à la figure 3 ;

- la figure 6a est une vue en coupe représentant un capot montré à la figure 5, dans lequel est réalisée une ouverture en vis à vis d'un dispositif à haute conductibilité thermique ;

20     - la figure 6b est une vue en coupe représentant le capot et le dispositif à haute conductibilité thermique montré à la figure 6a, mais avec un positionnement différent de ce dernier ;

- la figure 6c est une vue en coupe semblable à la figure 6a, et montrant en outre que le dispositif à haute conductibilité thermique est muni d'ailettes de refroidissement ;

- la figure 7 est une vue en coupe du capot montré à la figure 5, représentant une forme de réalisation de l'invention dans laquelle un dispositif à haute conductibilité thermique fait partie intégrante du capot.

30      La figure 3 représente un module électronique 40 suivant l'invention, par une vue en coupe semblable à celle de la figure 2. En fait le module électronique 40 suivant l'invention est prévu pour être monté dans un rack 1 tel que celui représenté à la figure 1, et il est comparable au module électronique 2e par exemple, à partir duquel il est réalisé. Dans l'exemple non limitatif représenté, sa hauteur H est de l'ordre de 18,3 centimètres, son

épaisseur E est de l'ordre de 2 centimètres, et sa longueur (située dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 3) est de l'ordre de 36 centimètres.

Le module 40 comporte une carte de circuit imprimé 41 (semblable à la carte de circuit imprimé 15 de la figure 2), disposée dans un espace 14a, 5 14b formé entre un premier et un second capots 42, 43 ; ces capots sont en aluminium par exemple et semblables aux capots 18,19 montrés à la figure 2. Comme ces derniers, les capots 42, 43 sont munis de parois de fermeture basses et hautes 18a, 18b et 19a, 19b ainsi que de bandes de fixation 18c, 10 18d et 19c, 19d, dans lesquels sont fixés les bords de la carte de circuit imprimé 41 et qui constituent les bords longitudinaux inférieurs et supérieurs 11, 12 ; ces bords longitudinaux 11, 12 sont engagés dans des glissières 9, 20 9a. Comme dans l'exemple de la figure 2, des ouvertures 26, 27 permettent une ventilation intérieure du module 40.

La carte de circuit imprimé 41 est prévue pour porter divers 15 composants, mais pour plus de clarté de la figure 3, seulement trois composants électroniques C1, C2, C3 sont représentés, dont le premier C1 contenu dans l'espace 14b est monté sur une première face 45 de la carte de circuit imprimé orientée vers le premier capot 42 ; les deux autres composants C2, C3 sont contenus dans l'espace 14a et sont portés par la seconde face 46 située du côté du second capot 43. Pour illustrer l'invention, 20 ces composants sont d'un type prévu pour de fortes dissipations.

Sur la première face 45, le premier composant C1 est constitué 25 par exemple par un processeur de type standard en forme de pavé carré dont un côté a une longueur L4 de 28 millimètres, et ayant une épaisseur e3 de l'ordre de 3,49 millimètres. Sur la seconde face 46 du circuit imprimé 41, le deuxième composant C2 est par exemple lui aussi un processeur du même type que le premier composant C1 ; le troisième composant C3 est par exemple une mémoire montée dans un autre type de boîtier standard en forme également de pavé carré, dont un côté a une longueur L5 de 27 millimètres et dont l'épaisseur e4 est de l'ordre de 2,34 millimètres.

L'énergie thermique produite par le premier composant C1 est conduite vers le premier capot 42 à l'aide d'une première liaison thermique 47, depuis une face supérieure 70 de ce dernier, afin d'être évacuée par convection et/ou par conduction directe comme déjà indiqué précédemment ; 35 dans l'exemple non limitatif représenté, la face supérieure 70 du composant

C1 constitue sa surface dissipatrice, elle est opposée à une face 71 par laquelle le composant C1 est appliqué sur le circuit imprimé 41. A cet effet, suivant une caractéristique de l'invention, au moins un des capots 42, 43 porte au moins un dispositif à haute conductibilité thermique 50 (en abrégé 5 «dispositif HCT»), ayant une surface S1 inférieure à celle du capot qui le porte, et destiné à coopérer avec la liaison thermique 47 et le capot afin de favoriser l'évacuation des calories produites par le composant C1.

Dans un premier mode de réalisation de l'invention, le dispositif HCT 50 est appliquée contre la face intérieure 42i du premier capot 42, de 10 préférence en regard du premier composant C1, de manière que la liaison thermique 47 aboutisse sur le dispositif HCT 50, et transmette à ce dernier les calories qu'elle transporte.

Le dispositif HCT 50 a notamment pour fonction d'uniformiser ou 15 au moins de réduire fortement les différences de température présentées par une surface avec laquelle il est en contact. A cette fin, le premier capot 42 (mais aussi le second capot 43 dans l'exemple) étant fabriqué à partir d'aluminium, le dispositif HCT 50 peut être réalisé par exemple en cuivre. Mais le dispositif HCT peut aussi être réalisé en tout autre matériau ayant une 20 conductibilité thermique supérieure à celle du matériau à partir duquel est réalisé le capot qui le porte ; on peut considérer que sa mise en œuvre conformément à l'invention devient pleinement intéressante quand sa conductibilité thermique est égale ou supérieure à 1,5 fois celle du matériau dont est fait (ou à partir duquel est fait) ce capot.

Parmi les matériaux offrant une conductibilité thermique encore 25 supérieure à celle du cuivre, on peut citer par exemple des matériaux à base de graphite à haute conductivité notamment le graphite pyrrolique, ou des matériaux composites du type carbone/carbone, ou encore des matériaux du type ayant une structure formée par un substrat portant un dépôt de diamant. Il est à noter enfin que le dispositif HCT 50 peut aussi être réalisé à partir 30 d'une structure mettant en œuvre le changement de phase d'un élément liquide, solide ou gazeux, comme déjà mentionné plus haut et comme il sera davantage expliqué dans une suite de la description.

Le dispositif HCT 50 se présente sous la forme d'une plaque dont 35 une épaisseur e5 comprise par exemple entre 1 et 4 millimètres, est choisie d'autant plus grande que les puissances thermiques à évacuer sont élevées.

Le dispositif HCT 50, c'est à dire la plaque HCT 50 est prévue de préférence pour avoir une surface S1, plus grande qu'une surface de contact S2 que présente la liaison thermique 47 du côté du premier capot 42 ; bien entendu en général, cette surface S2 de contact de la liaison thermique est sensiblement la même que la surface dissipatrice 70 du composant C1. Des essais dans le cas d'un composant du même type que C1 ont donné un résultat très satisfaisant avec une surface S1 de la plaque HCT 50 d'environ 30 cm<sup>2</sup> (pour S2 de l'ordre de 8 cm<sup>2</sup>), et une épaisseur e5 de l'ordre de 1,5 millimètre. Ces dimensions de la plaque HCT sont données uniquement à titre indicatif et ne constituent pas un exemple limitatif, elles peuvent être adaptées aux puissances dissipées ; de plus, il est à noter qu'une diminution d'épaisseur e5 de la plaque HCT peut être compensée par une augmentation de sa surface et réciproquement.

Il est possible d'augmenter encore l'efficacité de l'évacuation des calories, en conférant à la surface S1 de la plaque HCT 50 une forme allongée, et en l'orientant pour que sa plus grande dimension soit dans la direction la plus favorable à son refroidissement. Cette plus grande dimension peut être par exemple sensiblement parallèle au flux d'air de refroidissement 30 ; ou bien parallèle à la hauteur H du module électronique dans le cas où les glissières 9, 9a constituent une source froide, ou bien encore être orientée différemment notamment en fonction d'essais et/ou d'une configuration particulière.

La plaque HCT 50 pourrait ainsi être par exemple rectangulaire, avec sa largeur (non représentée) perpendiculaire au plan de la figure et sa longueur L3 parallèle à la hauteur H du module électronique 2e.

La liaison thermique 47 est en elle-même classique. Elle doit conduire la chaleur depuis le composant C1 jusqu'au dispositif ou plaque HCT 50, et elle doit avec ces deux éléments assurer un contact thermique de la meilleure qualité possible. D'autre part, l'épaisseur e6 de la liaison thermique 47 peut aussi varier en fonction de la distance entre la surface de dissipation 70 et la plaque HCT 50.

Les matériaux ou produits les plus couramment utilisés pour une liaison thermique, sont par exemple des graisses, colles, gels et traitements de surfaces. Il est à noter que l'on trouve maintenant des feuilles du type à changement de phase, constituées d'un film support portant un revêtement

qui change d'état à une température donnée, ce qui lui permet de combler les irrégularités microscopiques et d'améliorer le contact thermique.

La plaque HCT 50 peut être réalisée et montée directement (comme représenté à la figure 3) sur le capot 42, « de construction », c'est à dire dans une même étape industrielle que celle de la fabrication du capot 42, ce qui permet d'obtenir un excellent contact thermique. Si la plaque HCT 50 doit être rapportée sur le capot 42 après la fabrication de ce dernier, il peut être avantageux de le faire par l'intermédiaire d'une couche dite d'interface thermique (non représentée) pour garantir la qualité du contact.

Il est possible également de disposer un dispositif ou plaque HCT sur une face extérieure 42e du capot 42, comme représenté en traits pointillés par une plaque HCT repérée 50a. L'efficacité d'évacuation des calories est un peu réduite par rapport au cas précédent, mais reste cependant très intéressante.

Bien entendu, dans l'une ou l'autre des versions de l'invention décrites ci-dessus, il est possible de disposer si nécessaire plusieurs dispositif HCT 50, 50a sur un même capot 42, 43.

Les deuxième et troisième composants C2 et C3 montés sur la seconde face 46, permettent d'illustrer une autre version de l'invention, dans laquelle un dispositif ou plaque HCT unique repéré 50b sert à favoriser l'évacuation des calories produites par plusieurs composants. La plaque HCT 50b est disposée sur une face intérieure 43i du capot 43, sensiblement en regard des composants C2, C3 c'est à dire dans une zone ou niveau à laquelle aboutissent les calories produites par ces deux composants C2, C3.

Les deux composants C2, C3 par leur face supérieure (qui constitue leur surface dissipatrice) respectivement 70b, 70c, sont donc reliés thermiquement à la plaque HCT 50b à l'aide respectivement d'une deuxième et d'une troisième liaisons thermiques 48, 49 qui chacune forment sur la plaque HCT 50b une surface de contact respectivement S3, S4. Il est à remarquer que la différence entre les épaisseur e3, e4 des deux composants C2, C3 est compensée par une plus grande épaisseur e7 de la liaison thermique 49 de C3 que l'épaisseur e6 de la liaison thermique 48 de C2.

Dans l'exemple non limitatif décrit, les deux composants C2, C3 sont séparés par une distance d4 relativement faible, par exemple 3 centimètres, de telle manière qu'il n'est pas pénalisant du point de vue de la

masse constituée par le dispositif ou plaque HCT 50b, de conférer à cette plaque 50b une surface apte à lui faire recouvrir une surface comprenant les deux surfaces de contact S3, S4, c'est à dire à la faire coopérer avec les deux liaisons thermiques 48, 49. Par exemple, la plaque HCT 50b dans cette configuration présente une surface S5 de l'ordre de 42 cm<sup>2</sup>, qui permet d'évacuer les calories produites par les deux composants C2, C3 avec une efficacité comparable à celle ci-dessus décrite à propos des calories produites par le premier composant C1.

La figure 4 représente un module électronique 40a conforme à l'invention, par une même vue en coupe que celle qui dans la figure 3 représente le module électronique 40. La figure 4 illustre l'utilisation d'un dispositif HTC de l'invention, le dispositif HTC 50b par exemple de la figure 3, pour évacuer des calories produites par des quatrième et cinquième composants C4, C5 dont la surface dissipatrice est constituée par une face inférieure 80, 81, au contraire de chacun des trois composants C1 à C3 représentés à la figure 3 pour lesquels la surface dissipatrice est formée par une face supérieure 70, 70b, 70c.

Il est à noter en effet que pour les composants électroniques du type comportant une « puce » c'est à dire des circuits intégrés réalisés par exemple sur une pastille de silicium, suivant que la puce se trouve proche du haut ou du bas du composant (composants appelés en anglais du type « puce up » ou « puce down »), la surface dissipatrice est formée par la face supérieure ou par la face inférieure ; cette face inférieure étant celle qui le plus souvent est appliquée sur la carte de circuit imprimé.

Le module électronique 40a comporte une carte de circuit imprimé 41 disposée entre un premier et un second capots 42a et 43. Dans l'exemple non limitatif représenté à la figure 4, la structure du module électronique 40a diffère de celle montrée à la figure 3, d'une part en ce que la carte de circuit imprimé 41 n'est pas en position centrale par rapport aux deux capots 42a, 43 ; une autre différence est que le premier capot 42a présente une forme entièrement plate, c'est à dire qu'il n'est pas coudé ou plié à ses extrémités et ne possède pas de retours 18b, 19b comme dans le cas du premier capot 42 de la figure 3.

La carte de circuit imprimé 41 partage l'espace formé entre les deux capots 42a, 43 en deux espaces 14a, 14b ayant des profondeurs P1,

P2 différentes. L'espace 14b vers le premier capot 42a possède une profondeur P1 de par exemple deux à quatre millimètres, et l'espace 14a vers le second capot 43 peut avoir une profondeur P2 de l'ordre de dix millimètres. Ceci permet notamment au concepteur de disposer des composants plus hauts du côté du second capot 43, et des composants plus bas du côté du premier capot 42a.

Dans l'exemple de la figure 4, les deux composants électroniques C4, C5 sont du type relativement haut, fortement dissipatifs, et dont la surface dissipatrice est constituée par leur face inférieure 80, 81. Le quatrième composant C4 est disposé dans l'espace 14a : il est monté sur la carte de circuit imprimé 41, sur la seconde face 46 de ce dernier avec laquelle il est en contact par sa face inférieure ou surface dissipatrice 80.

Dans l'exemple non limitatif représenté, les calories produites par le quatrième composant C4 sont évacuées (par convection et/ou par conduction comme précédemment expliqué), à l'aide du premier capot 42a qui a cet effet porte le dispositif HCT 50b. Ces calories sont transmises au premier capot 42a par l'intermédiaire successivement, de l'épaisseur E 41 de la carte de circuit imprimé 41, puis de l'épaisseur e8 d'une liaison thermique 82 établie entre la première face 45 de la carte de circuit imprimé et le dispositif HCT 50b, puis de l'épaisseur e6 de ce dernier (de l'ordre par exemple de 1, 5 millimètre), et enfin par une couche d'interface thermique 84 disposée entre le capot 42a et le dispositif HCT 50b. Il est à noter que comme déjà indiqué plus haut, une couche interface thermique, ne s'impose que si les états de surface des pièces en contact ne garantit pas la qualité du contact thermique.

La transmission dans l'épaisseur E 41 de la carte de circuit imprimé, des calories produites par le quatrième composant C4, peut être favorisée à l'aide de trous métallisés 83 formés dans l'épaisseur E41 sous la surface dissipatrice 80, et qui permettent de relier thermiquement cette surface dissipatrice à la liaison thermique 82.

Ainsi des calories produites par un composant électronique C4 disposé dans l'espace 14a délimité par le second capot 43, sont évacuées à l'aide d'un dispositif HCT porté par le premier capot 42a.

Le cinquième composant C5 illustre une autre configuration possible, dans laquelle ce composant C5 est disposé dans une découpe ou

ouverture 84 pratiquée dans la carte de circuit imprimé 41, de telle manière qu'il passe au travers de cette dernière. Le composant C5 est maintenu dans cette position par des moyens classiques (non représentés) par exemple par collage, et il est relié à la carte de circuit imprimé 41 par ses connexions (non représentées). Dans cette configuration, le composant C5 est principalement contenu dans l'espace 14a délimité par le second capot 43. D'une part sa face supérieure 81a est orientée vers le second capot 43, et d'autre part sa face inférieure 81 ou surface dissipatrice qui délivre des calories, est orientée vers le premier capot 42a auquel elle est thermiquement reliée par une liaison thermique 85, puis par un dispositif HCT qui, dans l'exemple non limitatif décrit, est le dispositif HCT 50b qui est ainsi commun aux deux composants C4, C5.

Bien entendu l'évacuation des calories s'effectue comme dans les cas illustrés par la figure 3, par la ventilation forcée et/ou par conduction notamment vers les sources froides que constituent les glissières 9, 9a. Il est à remarquer que ce refroidissement peut être encore amélioré en prolongeant le dispositif HCT pour amener une de ses extrémités, voire même ses deux extrémités 86, 87 jusque dans une glissière 9, 9a, comme dans l'exemple non limitatif montré à la figure 4 ; à la figure 4 ceci est obtenu en prolongeant les extrémités 86, 87 du dispositif HCT 50b jusqu'aux bords longitudinaux inférieur et supérieur 11, 12, destinés à être logés dans une glissière 9, 9a. Le matériau servant à former les liaisons thermiques 82, 85, peut éventuellement être étendu sur toute la hauteur H afin de constituer en outre une cale 75, servant à maintenir le dispositif HCT 50b en bonne position entre le capot 42a et la carte de circuit imprimé 41.

La figure 4 illustre une structure dans laquelle la carte de circuit imprimé 41 est décentrée dans l'espace formé entre les deux capots 42a, 43 : il convient de noter qu'une telle structure de module électronique est très courante et qu'elle peut tout aussi bien, dans le cadre de l'invention, être utilisée avec des composants dont la surface dissipatrice est formée par une face supérieure 70, 70b, 70c comme dans le cas des composants C1, C2, C3 représentés à la figure 3.

En conséquence, les explications données en référence à la figure 4 sur l'utilisation d'un dispositif HCT coopérant avec des composants C4, C5 dont la surface dissipatrice correspond à une face inférieure, peuvent

s'appliquer aussi à la structure du module électronique 40 montré à la figure 3, et réciproquement les exemples décrits en référence à la figure 3 peuvent s'appliquer avec la structure montrée à la figure 4.

- Il est à noter en outre en ce qui concerne le montage d'un dispositif HCT 50b sur un capot 42a plat, en vue d'évacuer des calories produites par des composants semblables aux composants C4, C5 dont la surface dissipatrice correspond à la face inférieure comme illustré à la figure 4, ce montage donc peut être réalisé également sur un capot 42 non plat (montré figure 3) c'est à dire dont les extrémités sont coudées.

La figure 5 est une vue en coupe d'un dispositif HCT repéré 50c, du type appelé plus haut « Caloduc », mettant en œuvre un effet de changement de phase d'un élément, d'un liquide par exemple et par exemple de l'eau. Le dispositif HCT 50c peut être utilisé sur l'un ou l'autre des capots 42, 42a, 43. Dans l'exemple il est représenté monté sur le premier capot 42 (partiellement représenté sur la figure 4), à une même position par exemple et avec une même fonction que dans le cas du dispositif HCT 50 montré à la figure 3.

Le dispositif HCT 50c est donc monté sur la face intérieure 42i du premier capot 42. Il se présente sous une forme semblable à celle de la plaque HCT 50, avec par exemple une même longueur L3 (parallèle à la hauteur H du capot) mais cependant avec une épaisseur e5 peut être plus importante, de l'ordre par exemple de 3 millimètres, en fonction notamment des moyens d'usinage utilisés. Dans l'exemple non limitatif de la description, il comporte deux canaux 60, 61 communiquants et parallèles, qui s'étendent parallèlement au plan du capot 42, et qui constituent un circuit fermé. De ces deux canaux, un premier canal 60 est en contact avec une paroi 62 chaude destinée à recevoir des calories délivrées par la première liaison thermique 47 montrée à la figure 3. Le second canal 61 est lui en contact avec une seconde paroi 63 froide qui elle est en contact avec le capot 42.

Dans ces conditions, une quantité d'eau contenue dans le premier canal 60 passe en phase vapeur quand elle est chauffée par la première paroi 62, et sous forme de vapeur (symbolisée par une flèche 64) elle passe dans le second canal 61 plus froid, où la vapeur se condense et sous forme d'eau 65 retourne dans le premier canal 60.

Le circuit fermé constitué par les deux canaux ou micro-canaux 60, 61, peut aisément être réalisé de façon industrielle dans du cuivre ou tout autre matériau ayant une bonne conductibilité thermique. Ces deux canaux peuvent être formés par des gorges étroites usinées par exemple dans des plaques 66, 67, en cuivre, séparées par une plaque intermédiaire 68, et fermés par des pièces d'extrémité 69a, 69b. Des gorges étroites de 1 ou 2 millimètres par exemple pour fermer les canaux, permettent de reproduire plusieurs tels circuits fermés, en parallèles, dans les dimensions allouées au dispositif HCT 50c.

La très grande capacité d'absorber des calories et de les restituer, que possède ce système, dont est fait le dispositif HCT 50c, lui permet de conférer une distribution homogène, sensiblement uniforme, des températures présentées par toute la surface du capot 42 sur laquelle il est appliqué.

L'augmentation de la masse d'un capot 42, 42a, 43 par la présence d'un dispositif HCT, peut être compensée en réalisant dans ce capot une ouverture en vis à vis d'au moins un dispositif HCT, comme représenté à la figure 6a.

La figure 6a représente de façon schématique et partiellement un capot, tel que par exemple le premier capot 42, par une vue en coupe semblable à celle de la figure 5. Le capot 42 porte l'un quelconque des dispositifs HCT ci-dessus décrits, le premier dispositif HCT 50 par exemple montré à la figure 3. Dans l'exemple représenté le dispositif HCT 50 est monté sur la face intérieure 42i du capot 42. Suivant une caractéristique de l'invention, le capot 42 comporte une ouverture 88 formée en regard du dispositif HCT 50. L'ouverture 88 peut comporter des dimensions (dont seule une longueur L5 est représentée) un peu inférieures à celles du dispositif HCT (dont seule la longueur L3 est représentée), de manière que ce dernier ferme l'ouverture 88. Cette forme de réalisation, outre qu'elle permet d'alléger le capot, tend à accroître le refroidissement en mettant une large partie S1a de la surface S1 (montrée à la figure 3) du dispositif HCT 50, directement au contact de l'air de ventilation forcée précédemment mentionné.

L'exemple non limitatif de la figure 6a représente un cas où le dispositif HCT 50 est rapporté sur le capot 42, après fabrication de celui-ci, et dans l'exemple il est fixé par des vis 89 sur la face intérieure 42i de ce capot.

La figure 6b est une vue du capot 42 semblable à celle de la figure 6a, montrant également une ouverture 88. Mais dans le cas de la figure 6b, le dispositif HCT 50 est rapporté sur le capot 42 par l'extérieur, c'est à dire fixé sur la face extérieure 42e de ce capot. Le dispositif HCT 50 peut ainsi être rapporté sur le capot 42 par l'extérieur ou bien par l'intérieur (fig. 6a), pour des questions notamment de facilité de démontage du capot.

La figure 6c est une vue du capot 42 qui diffère de celle de la figure 6a uniquement par le fait que le dispositif HCT 50 comporte des ailettes de refroidissement 90. Le dispositif HCT 50 est fixé sur la face intérieure 42i du capot 42, et la partie S1a de sa surface S1 qui débouche sur l'extérieur grâce à l'ouverture 88, est munie d'ailettes 90 qui tendent à favoriser son refroidissement.

La figure 7 est une vue en coupe d'un capot, le capot 42 par exemple, et elle représente une autre manière de disposer un dispositif HCT, le dispositif HCT 50 par exemple.

Dans cette version de l'invention, le dispositif HCT 50 est disposé sur le capot 42, dans le prolongement de la plaque qui forme ce capot, et il fait partie intégrante du capot ; le dispositif HCT peut soit être obtenu directement par usinage, soit par exemple être réalisé à part et solidarisé au capot par soudure après par exemple l'avoir encastré dans une ouverture (non représentée) pratiquée dans ce capot.

Bien entendu, dans cette dernière version de l'invention, le dispositif HCT 50 peut éventuellement être muni d'ailettes 90 (non représentées à la figure 7) sur éventuellement toute sa surface S1.

**REVENDICATIONS**

1. Module électronique du type destiné à fonctionner dans un rack (1), comportant, au moins une carte de circuit imprimé (41), deux capots (42, 42a, 43) disposés en vis à vis, la carte de circuit imprimé (41) étant contenue dans un logement (14a, 14b) formé entre les deux capots (42, 42a 43), la carte de circuit imprimé (41) portant au moins un composant (C1, C2, C3, C4, C5) produisant des calories qui sont conduites par une liaison thermique (47, 48, 49) vers au moins un capot (42, 42a, 43) chargé d'évacuer ces calories, le capot (42, 42a, 43) chargé d'évacuer des calories étant réalisé à partir d'un matériau présentant une conductibilité thermique donnée, le module électronique (40, 40a) étant caractérisé en ce qu'au moins un capot (42, 42a, 43) chargé d'évacuer des calories porte au moins un dispositif dit à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) coopérant avec le capot (42, 42a, 43) qui le porte et au moins une liaison thermique (47, 48, 49) pour évacuer les dites calories.
- 15 2. Module électronique suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) présente une conductibilité thermique égale ou supérieure à 1,5 fois celle du matériau à partir duquel est réalisé le capot (42, 42a, 43) qui le porte.
- 20 3. Module électronique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) possède une surface (S1) inférieure à celle du capot (42, 42a, 43) qui le porte.
- 25 4. Module électronique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) est disposé sur le capot (42, 42a, 43) à un même niveau sensiblement que celui auquel au moins une liaison thermiques (47, 48, 49) avec laquelle il coopère délivre les calories qu'elle transporte.
- 30 5. Module électronique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) possède une surface (S1) plus grande qu'une surface dite de contact ( S2, S3, S4) par laquelle une liaison thermique (47, 48, 49) avec laquelle il coopère délivre les calories qu'elle transporte.

6. Module électronique suivant l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que le dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) coopère avec plusieurs liaisons thermiques (47, 48, 49) correspondant chacune à un composant (C2, C3, C4, C5) différent produisant des calories.

7. Module électronique suivant l'une quelconque des revendications 4 ou 5 ou 6, caractérisé en ce que le dispositif à haute conductibilité thermique comporte une surface (S1) apte à lui faire recouvrir une surface comprenant deux surfaces de contact (S3, S4) des liaisons thermiques (48, 49) avec lesquelles il coopère.

8. Module électronique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50b, 50c) est disposé sur une face intérieure (42i, 43i) du capot (42, 43).

9. Module électronique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une liaison thermique (47, 48, 49) délivre les calories qu'elle transporte au dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50b, 50c) avec lequel elle coopère.

10. Module électronique suivant l'une quelconque des revendications 1 ou 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6, ou 7, caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50a) est disposé sur une face extérieure (42e, 43e) d'un capot (42, 43), et en ce qu'une liaison thermique (47, 48, 49) avec laquelle il coopère délivre les calories qu'elle transporte directement au capot (42, 43).

11. Module électronique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) présente une forme allongée de manière à comporter une plus grande dimension (L3), afin de permettre une orientation de cette plus grande dimension (L3) la plus favorable au refroidissement du dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50c).

12. Module électronique suivant l'une des revendications 10 à 11, les capots (42, 43) étant refroidis à l'aide d'une circulation d'air (30), caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a,

50b, 50c) présente une forme allongée et que sa plus grande dimension (L3) est parallèle au sens de propagation du flux d'air.

13. Module électronique suivant l'une des revendications 10 ou 11, comportant un bord longitudinal inférieur (11) et un bord longitudinal supérieur (12) destinés à être contenus dans des glissières (9, 9a) et entre lesquels est formée une hauteur (H) dudit module électronique, caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) présente une forme allongée et que sa plus grande dimension (L3) est parallèle à ladite hauteur (H).

10 14. Module électronique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un composant (C1, C2, C3) du type dont une surface dissipatrice en contact avec une liaison thermique (47, 48, 49) est formée par une face supérieure (70, 70b, 70c) opposée à une face inférieure (71) par laquelle le composant est appliqué sur la carte de circuit imprimé (41).

15 15. Module électronique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'il comporte un composant (C4) du type dont une surface dissipatrice (80) est formée par une face inférieure (80) par laquelle le composant est appliqué sur le circuit imprimé (41).

20 16. Module électronique suivant la revendication 15, caractérisé en ce que ladite surface dissipatrice (80) est thermiquement reliée à un dispositif à haute conductibilité thermique (50b) par l'intermédiaire de l'épaisseur (E41) de la carte de circuit imprimé (41).

25 17. Module électronique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que la carte de circuit imprimé (41) comporte une ouverture (84), dans laquelle est engagé un composant (C5) thermiquement relié à un dispositif à haute conductibilité thermique (50b) par l'une de ses faces inférieures ou supérieures (81, 81a).

30 18. Module électronique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un capot (42, 43) portant un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) comporte une ouverture (88) formée sensiblement en vis à vis du dispositif à haute conductibilité thermique.

19. Module électronique suivant la revendication 18, caractérisé en ce que le dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) est monté sur une face intérieure (42i) du capot (42, 43).

5 20. Module électronique suivant la revendication 18, caractérisé en ce que le dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) est monté sur une face extérieure (42e) du capot (42, 43).

10 21. Module électronique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50) fait partie intégrante d'un capot (42, 42a, 43).

15 22. Module électronique suivant l'une quelconque des revendications 10 ou 19 ou 20 ou 21, caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) est muni d'ailettes de refroidissement (90).

20 23. Module électronique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un capot (42, 42a, 43) portant un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) est en aluminium.

25 24. Module électronique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) a la forme générale d'une plaque.

20 25. Module électronique suivant l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce qu'une différence d'épaisseur (e3, e4) entre deux composants (C2, C3) est compensée par une différence d'épaisseur (e6, e7) des liaisons thermiques (48, 49) correspondantes.

25 26. Module électronique suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) est constitué à base d'un matériau présentant une conductibilité thermique égale ou supérieure à celle du cuivre.

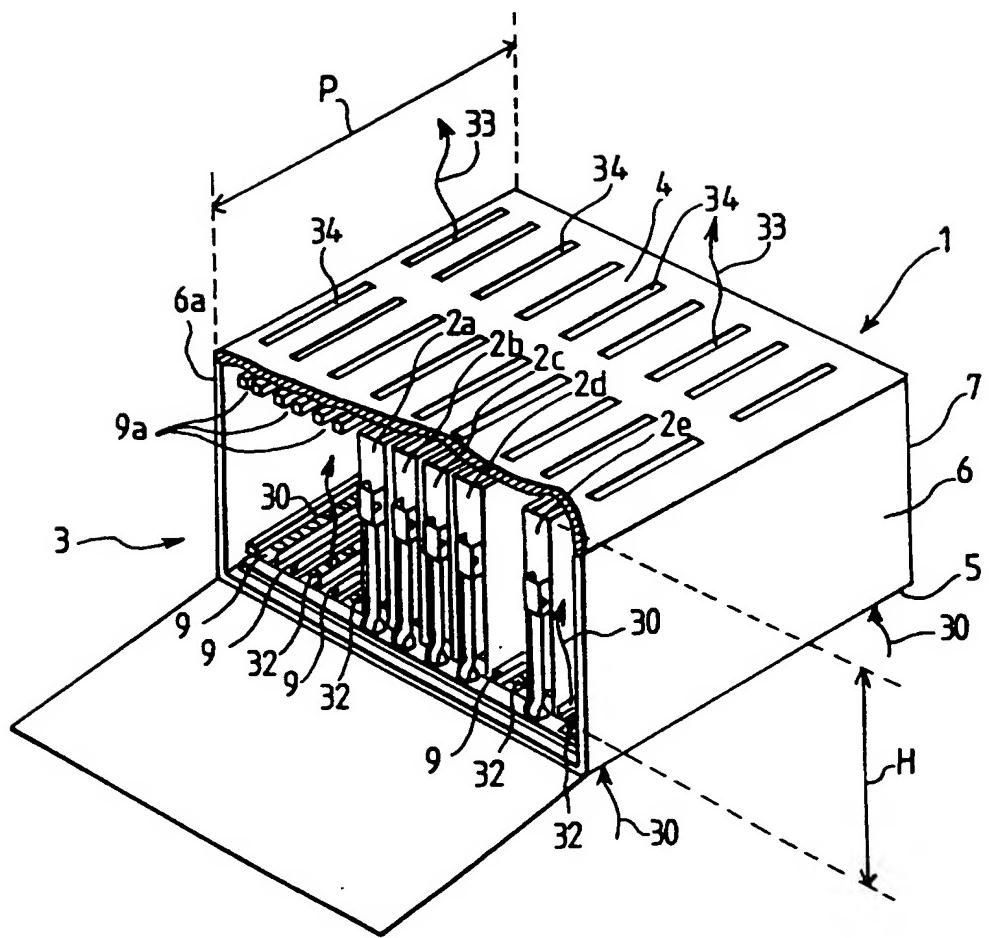
30 27. Module électronique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) est en cuivre.

35 28. Module électronique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 26, caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) est en un matériau à base de graphite à haute conductibilité thermique.

29. Module électronique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 25, caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) est en matériaux composites du type carbone/carbone.

5 30. Module électronique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 25, caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50, 50a, 50b, 50c) comporte une structure du type formée par un substrat portant un dépôt de diamant.

10 31. Module électronique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 24, caractérisé en ce qu'un dispositif à haute conductibilité thermique (50c) est constitué par une structure mettant en œuvre le changement de phase d'un élément liquide, solide ou gazeux.



**FIG.1**

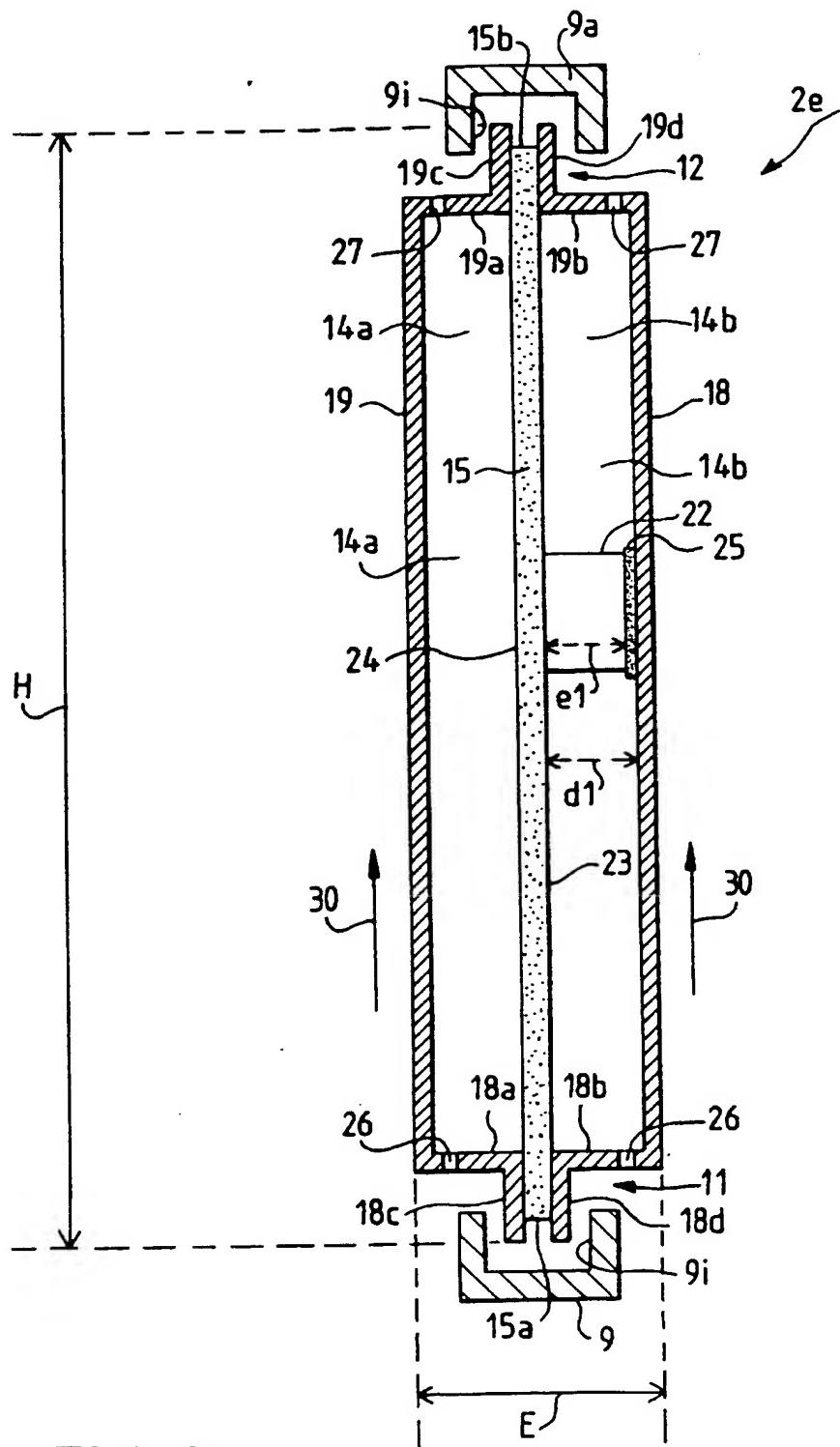


FIG.2

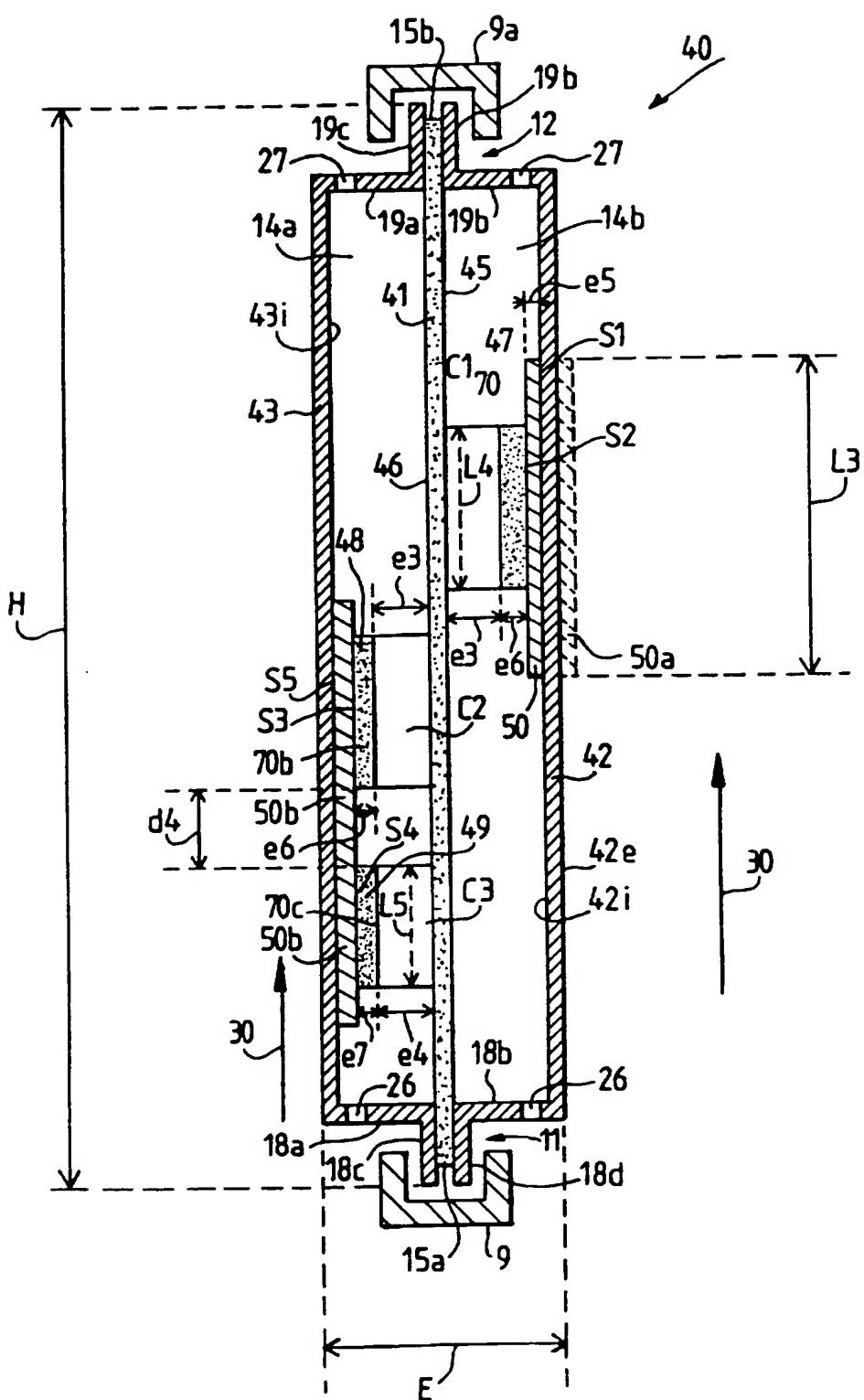


FIG.3

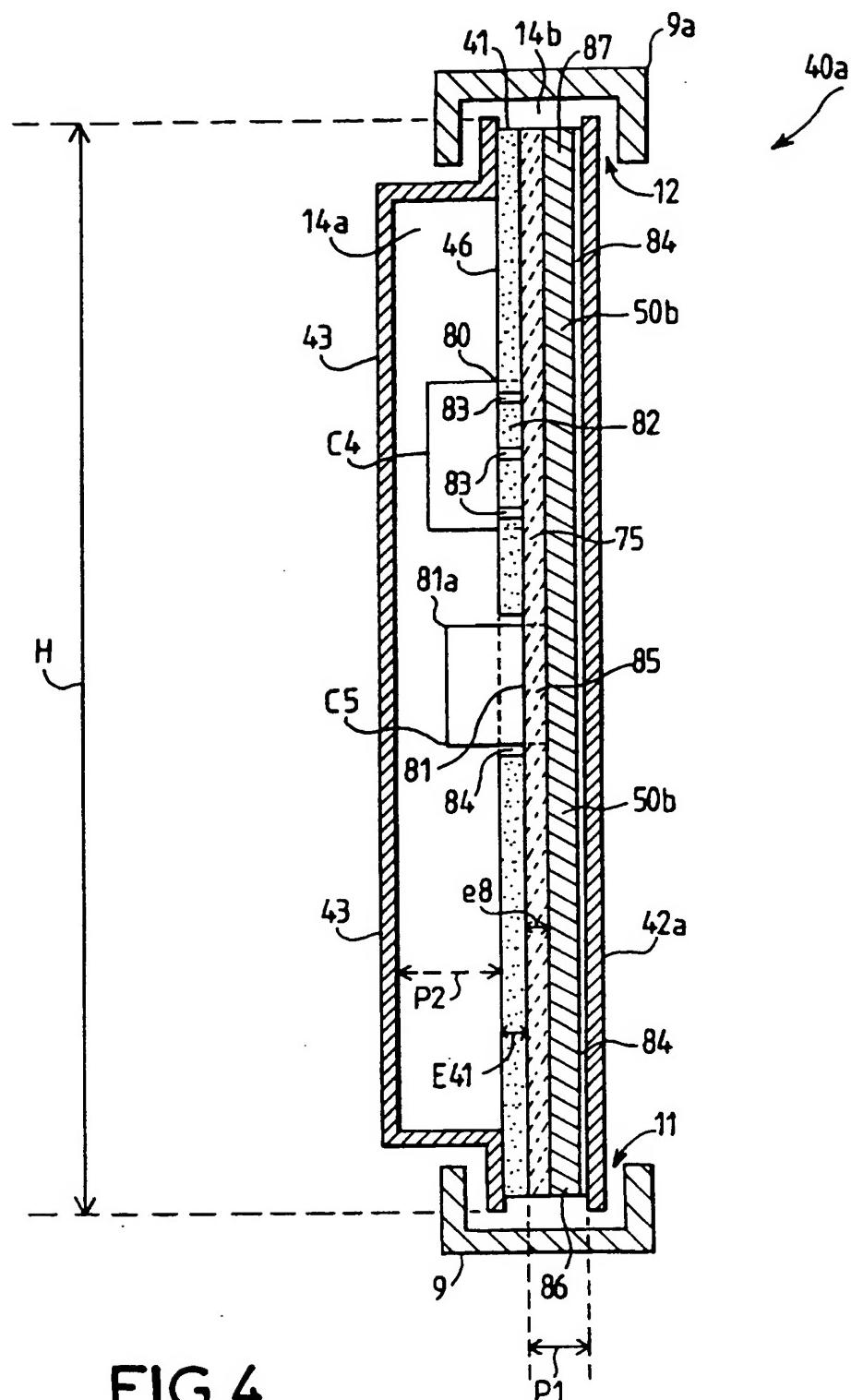


FIG. 4

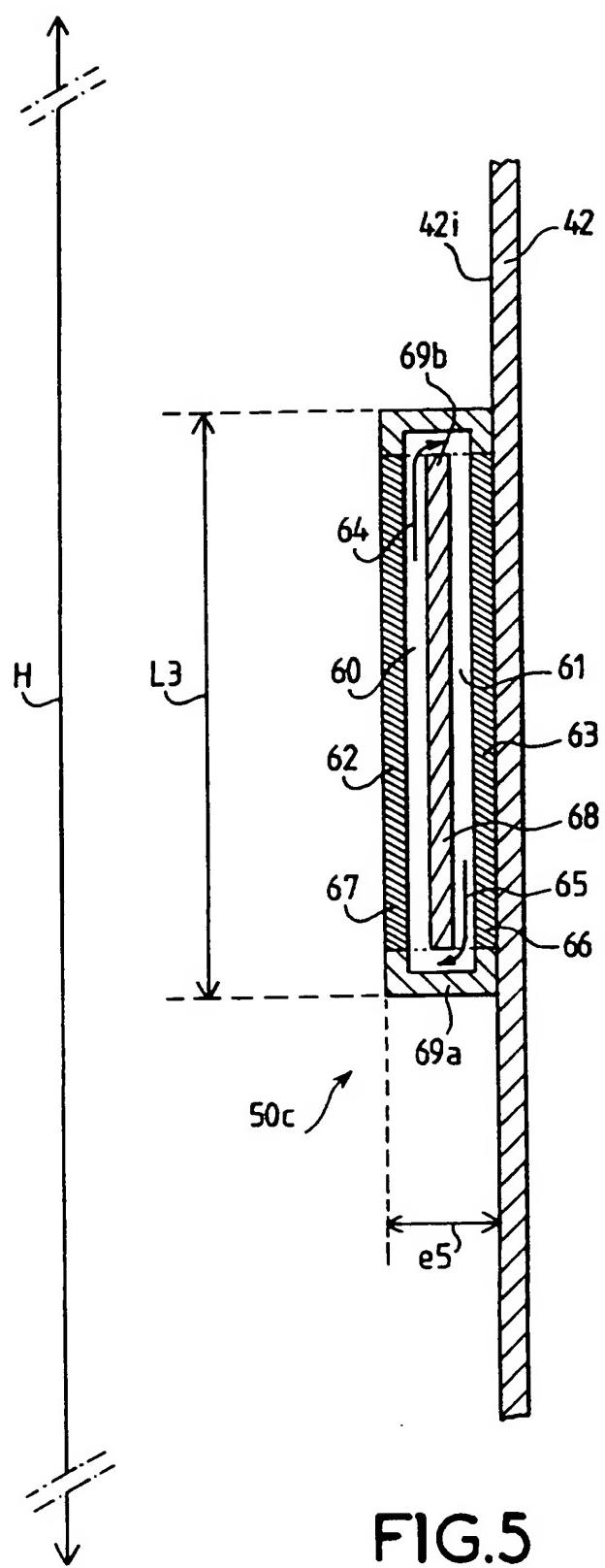


FIG.5

FIG. 7

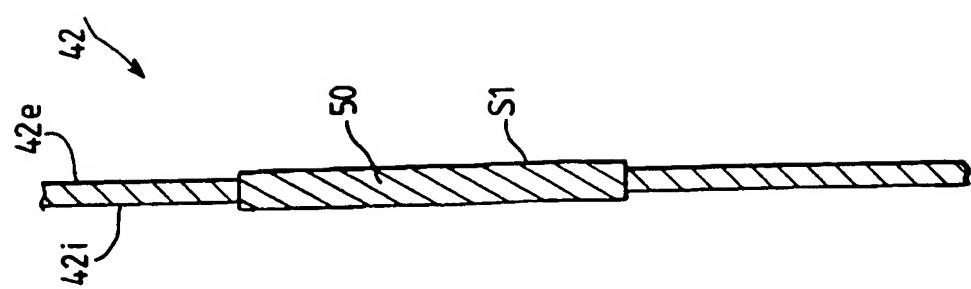


FIG. 6c

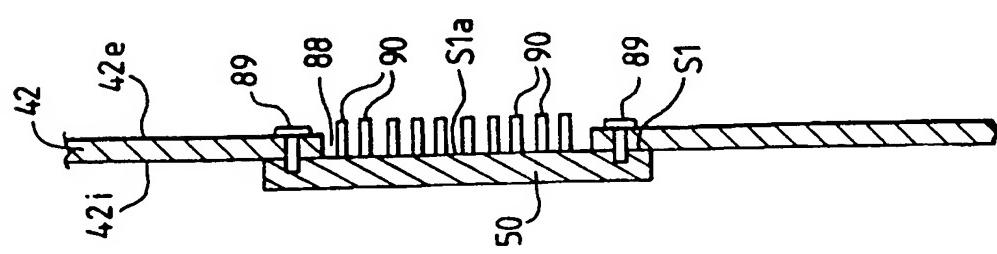


FIG. 6b

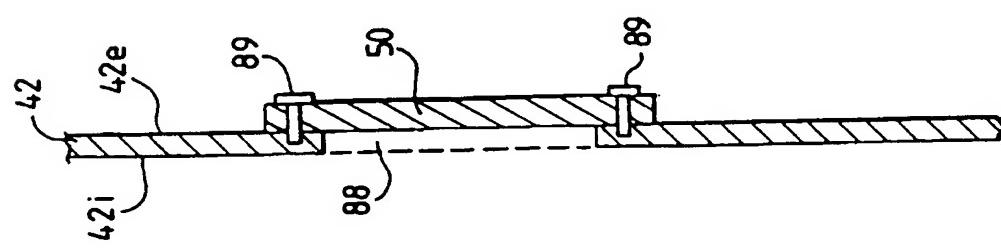
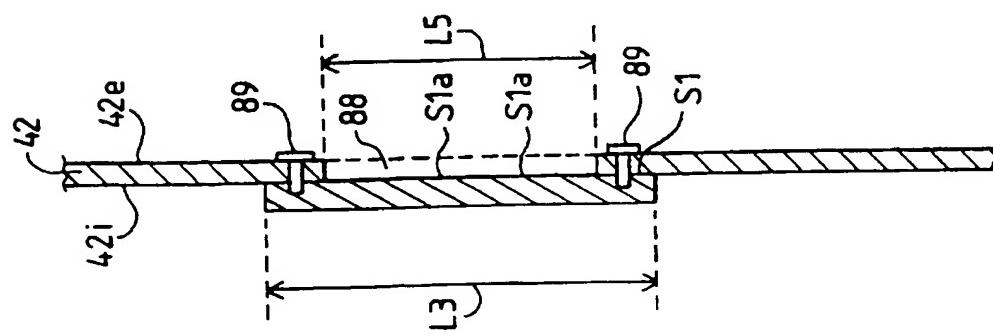


FIG. 6a



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2803166

N° d'enregistrement  
nationalFA 585976  
FR 9916594

<b>DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS</b>		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes				
X	GB 2 270 207 A (DSK TECHNOLOGY INTERNATIONAL L) 2 mars 1994 (1994-03-02) * le document en entier *	1, 2, 4, 8, 9, 11, 23	H05K7/20		
X	GB 2 145 290 A (SMITHS INDUSTRIES PLC) 20 mars 1985 (1985-03-20) * le document en entier *	1, 10, 22			
A	US 5 161 092 A (BRODIE EUGENE L ET AL) 3 novembre 1992 (1992-11-03) * le document en entier *	1			
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 118 (E-316), 23 mai 1985 (1985-05-23) & JP 60 007154 A (MITSUBISHI DENKI KK), 14 janvier 1985 (1985-01-14) * abrégé *	1			
A	US 5 077 637 A (MARTORANA RICHARD T ET AL) 31 décembre 1991 (1991-12-31) * le document en entier *	29	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.Cl.7)		
A	US 4 366 526 A (LIJOI BRUNO ET AL) 28 décembre 1982 (1982-12-28) * le document en entier *	31	H05K		
1					
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur			
22 septembre 2000		Toussaint, F			
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS					
X : particulièrement pertinent à lui seul					
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie					
A : arrière-plan technologique					
O : divulgation non écrite					
P : document intercalaire					
T : théorie ou principe à la base de l'invention					
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.					
D : cité dans la demande					
L : cité pour d'autres raisons					
& : membre de la même famille, document correspondant					

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**